

先後願

(10) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-29415

(P2003-29415A)

(43) 公開日 平成15年1月29日(2003.1.29)

(51) Int. C1. 7

G 03 F 7/20

B 81 C 1/00

識別記号

501

F 1

G 03 F 7/20

B 81 C 1/00

テ-マコ-ド(参考)

2H097

審査請求 有 請求項の数 8 O.L

(全7頁)

(21) 出願番号 特願2001-206907(P2001-206907)

(22) 出願日 平成13年7月6日(2001.7.6)

(71) 出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州
アーモンク ニュー オーチャード ロード

(74) 復代理人 100085408

弁理士 山崎 隆 (外3名)

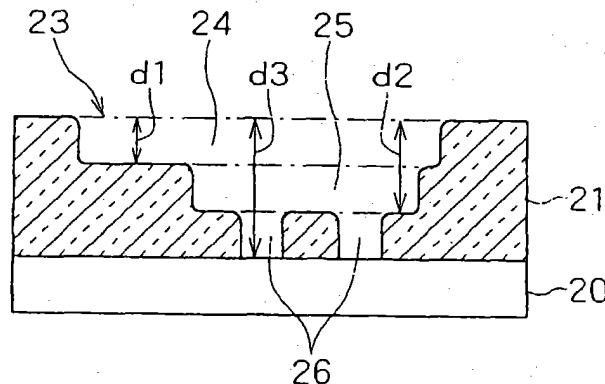
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フォトレジスト加工方法及び段型金属体製造方法

(57) 【要約】

【課題】 半導体製造技術を利用して、例えばマイクロアクチュエータの部品としての段型金属体を形成する場合に、フォトレジスト層間のインターミックス防止層の介在を省略する。

【解決手段】 各々が、異なるマスクパターンを使用しつつ異なる露光量とされている露光操作を、フォトレジスト層21の上面に対して、重複した露光部位を含みつつ、実施し、その後、現像する。これにより、フォトレジスト層21は、各露光部位においてその部位における最大露光量に対応する深さまで、表面から除去され、結果、モールド用段型凹所23がフォトレジスト層21に形成され、該モールド用段型凹所23より段型金属体の形成が可能になる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 各々が、異なるマスクパターンを使用しつつ異なる露光量とされる複数の露光操作を、重複した露光部位を含みつつ、フォトトレジスト層に対して行い、その後、前記フォトトレジスト層を現像して、前記フォトトレジスト層に段型凹所を形成する、ことを特徴とするフォトトレジスト加工方法。

【請求項2】 前記露光量とは、露光強度と露光時間との積に関係するものであることを特徴とする請求項1記載のフォトトレジスト加工方法。

【請求項3】 前記フォトトレジスト層を現像後に最大深さまで除去できる露光量の最小値を第1の露光量、前記露光操作の回数をn（nは2以上の整数。）とそれぞれ定義し、

少なくともn-1回の露光操作における露光量は、第1の露光量未満であることを特徴とする請求項1記載のフォトトレジスト加工方法。

【請求項4】 各々が、異なるマスクパターンを使用しつつ異なる露光量とされる複数の露光操作を、重複した露光部位を含みつつ、フォトトレジスト層に対して行い、その後、前記フォトトレジスト層を現像して、前記フォトトレジスト層に段型凹所を形成し、電気めっきにより前記段型凹所内に段型金属体を形成する、ことを特徴とする段型金属体製造方法。

【請求項5】 電気めっきに先立ち、前記段型凹所の露外面を、所定金属から成るシード層で被覆することを特徴とする請求項4記載の段型金属体製造方法。

【請求項6】 前記段型凹所は、最深部において前記フォトトレジスト層の下面に開口して、電極機能用金属を露出させるものであり、

前記電気めっきでは、前記電極機能用金属をシードとして、前記段型凹所内にめっき用金属を形成する、ことを特徴とする請求項4記載の段型金属体製造方法。

【請求項7】 前記露光量とは、露光強度と露光時間との積に関係するものであることを特徴とする請求項4記載の段型金属体製造方法。フォトトレジスト加工方法。

【請求項8】 前記フォトトレジスト層を現像後に最大深さまで除去できる露光量の最小値を第1の露光量、前記露光操作の回数をn（nは2以上の整数。）とそれぞれ定義し、

少なくともn-1回の露光操作における露光量は、第1の露光量未満であることを特徴とする請求項4記載の段型金属体製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、フォトトレジスト加工方法及び段型金属体製造方法に関し、詳しくは半導体製造技術を利用してフォトトレジスト加工方法及び段型金属体製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 本明細書において、説明の便宜上、基板側及び反基板側をそれぞれ下側及び上側と適宜、呼ぶこととする。半導体製造技術を利用して、段型金属体を装備するマイクロマシンを製造することがある。マイクロマシンの段型金属体の従来の製造方法では、段型金属体の各段間金属部分に対応して、レジストの形成と該レジストへの対応モールド用段間部分用のモールド用空間部分の形成とをひと組とした工程を実施し、このひと組の工程を段型金属体の段間金属部分の個数だけ繰り返している。この場合、下側のフォトトレジスト層と上側のフォトトレジスト層とのインターミックスを防止するために、両フォトトレジスト層の間にインターミックス防止層を介在させている。インターミックス防止層の存在は、上側のフォトトレジスト層の露光に伴って、下側のフォトトレジスト層に異常パターンを生成する原因になり易いとともに、それ自体の除去、及びインターミックス防止層の下のフォトトレジスト層の除去を困難、又は煩雑にさせると言う問題がある。

【0003】 特開平11-8249号公報は、フォトトレジスト層の同一露光部位に対して、焦点深度と露光量とを各々変えた露光を行うことにより、テーパー状断面の空間をフォトトレジスト層に形成することを開示する。特開平11-8249号公報の方法は、焦点深度を調整するのみであり、露光量の異なる露光操作を、パターンの異なるマスクパターンを使って、実施することは示唆されない。

【0004】 特開平7-121825号公報は、フォトトレジスト層において、第1の露光操作で第1の露光部位に第1の露光量で露光し、次に、第2の露光操作では、第1の露光部位とは部分的にも重複しない第2の露光部位を第1の露光量とは異なる第2の露光量で露光し、次に、現像を行って、フォトトレジスト層の対応部分を除去して、フォトトレジスト層の相互に離れた第1及び第2の露光部位において高さの異なる加工面を形成することを開示する。特開平7-121825号公報の方法は、現像後の上面の高さを調整することを開示するのみであり、段型凹所の形成には適用困難である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の目的は、インターミックス防止層を省略して、フォトトレジスト層に段型凹所を形成する方法を提供することである。本発明の他の目的は、インターミックス防止層を省略した段型金属体製造方法を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明のフォトトレジスト加工方法は次のステップを有している。

- ・各々が、異なるマスクパターンを使用しつつ異なる露光量とされる複数の露光操作を、重複した露光部位を含みつつ、フォトトレジスト層に対して行う。
- ・その後、フォトトレジスト層を現像して、フォトトレジ

ト層に段型凹所を形成する。

【0007】フォトレジスト層はボジ型及びネガ型のどちらであってもよいとする。ボジ型フォトレジスト層では、露光量の大きい露光部位程、現像後におけるフォトレジスト層の除去部分の深さが増大する。これに対して、ネガ型フォトレジスト層では、露光量の大きい露光部位程、現像後におけるフォトレジスト層の残存部分の高さが増大する。複数回の露光操作により露光される露光部位では、そこにおける除去部分の深さ又は残存部分の高さは、該部位における最大露光量により決まる。

【0008】露光操作を、露光量の小さいものから行うか、又は大きいものから行うかは任意である。露光量の異なる複数回の露光操作は任意の順番で実施できる。

【0009】こうして、フォトレジスト層に対して、重複露光部位を含みつつ、異なる露光量でかつ異なるマスクパターンを使った露光操作を行うことにより、段型凹所をフォトレジスト層に形成することができる。しかも、インターミックス防止層の形成を省略できる。

【0010】該フォトレジスト加工方法において、露光量とは、露光強度と露光時間との積に関係するものであり、露光強度及び／又は露光時間を変更することにより露光量を変更することができる。また、該フォトレジスト加工方法において、フォトレジスト層を現像後に最大深さまで除去できる露光量の最小値を第1の露光量、露光操作の回数をn（nは2以上の整数。）とそれぞれ定義すると、少なくともn-1回の露光操作における露光量は、第1の露光量未満である。

【0011】本発明の段型金属体製造方法は次のステップを有している。

- ・各々が、異なるマスクパターンを使用しつつ異なる露光量とされる複数の露光操作を、重複した露光部位を含みつつ、フォトレジスト層に対して行う。
- ・その後、フォトレジスト層を現像して、フォトレジスト層に段型凹所を形成する。
- ・電気めっきにより段型凹所内に段型金属体を形成する。

【0012】該段型金属体製造方法によれば、（a）電気めっきに先立ち、段型凹所の露出面を、所定金属から成るシード層で被覆してもよいし、又は、（b）段型凹所は、最深部においてフォトレジスト層の下面に開口して、電極機能用金属を露出させるものであり、電気めっきでは、電極機能用金属をシードとして、段型凹所内にめっき用金属を形成する。

【0013】該段型金属体製造方法において、露光量とは、露光強度と露光時間との積に関係するものであり、露光強度及び／又は露光時間を変更することにより露光量を変更することができる。また、該フォトレジスト加工方法において、フォトレジスト層を現像後に最大深さまで除去できる露光量の最小値を第1の露光量、露光操作の回数をn（nは2以上の整数。）とそれぞれ定義す

ると、少なくともn-1回の露光操作における露光量は、第1の露光量未満である。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は所定材料のボジ型フォトレジスト層を所定の光強度で露光した場合に該フォトレジスト層についての露光時間と露光、現像後に表面から除去されるレジスト膜の厚さとの関係を示すグラフである。露光量=光の強度×露光時間であり、図1のケースでは、光強度が一定であるので、露光量は露光時間に比例する。図1の特性線から分かるように、除去膜厚は、最初、露光時間の増大に連れて増大するが、所定値に達すると、以降、露光時間の増大にもかかわらずフラットとなる。図1の特性線において、除去膜厚の変化が増加領域からフラット領域へ切替わる点を「エンドポイント」と呼ぶことにする。フォトレジスト層11への従来のモールド用空間形成方法では、すなわち、段無しの垂直側面のモールド用空間形成方法では、フォトレジスト層11のリソグラフィ前の元の厚さをエンドポイントにおける残存膜厚に設定するとともに、エンドポイントにおける露光時間の5割増しの露光時間で露光操作を行っていた。エンドポイントの除去膜厚HをH_{max}とするとき、図1の特性線上のP1, P2, P3, P4は、各P1, P2, P3, P4における除去膜厚H1, H2, H3, H4がそれぞれほぼ0, H_{max}/4, H_{max}/2, H_{max}となる点として選択されている。

【0015】図2は露光時間を図1の各P1, P2, P3, P4に対応させたリソグラフィにより形成される凹所12を示している。基板層10の上面にフォトレジスト層11が成膜される。所定のマスクパターンによりフォトレジスト層11の上面の所定部位へ光を、P1, P2, P3, P4における露光時間で照射する。その後、現像すると、P1, P2, P3, P4における露光時間に対応した深さの凹所12が各フォトレジスト層11に形成される。露光時間はP1, P2, P3, P4の順に長いので、凹所12の深さはP1, P2, P3, P4の順に増大し、P1における凹所12の深さは0であり、また、P4における凹所12の深さはフォトレジスト層11の厚さに等しくなる。

【0016】図3は露光量の異なる複数回の露光操作によりモールド用段型凹所23が形成されたフォトレジスト層21の構造図である。基板層20側及びフォトレジスト層21側をそれぞれ下側及び上側と定義して、以下の説明を行う。また、フォトレジスト層21はボジ型である。モールド用段型凹所23は、上側から順番に第1のモールド用段間部分24、第2のモールド用段間部分25、及び第3のモールド用段間部分26が上下方向へ連なる形状となっており、フォトレジスト層21の上面から第1のモールド用段間部分24、第2のモールド用段間部分25、及び第3のモールド用段間部分26のそ

それぞれの下端までの上下方向寸法はそれぞれ d_1 , d_2 , d_3 ($d_1 < d_2 < d_3$) に設定されている。モールド用段型凹所 23 では、その上面視で、下側のモールド用段間部分は上側のモールド用段間部分の内側に含まれると言う寸法関係になっている。このモールド用段型凹所 23 では、第1のモールド用段間部分 24 及び第2のモールド用段間部分 25 は各1個、第3のモールド用段間部分 26 は2個設けられているが、上面視で下側のモールド用段間部分が上側のモールド用段間部分の内側に含まれると言う寸法関係になっている限り、1個の上側のモールド用段間部分へ上端を臨ませる下側のモールド用段間部分の個数は、1個に限定されず、複数個であってもよい。

【0017】フォトレジスト層 21 におけるモールド用段型凹所 23 の形成方法を述べる。フォトレジスト層 21 を、基板層 20 の上面に、塗布し、次に、ベーキングする。この後、各々がそれそれ第1のモールド用段間部分 24、第2のモールド用段間部分 25、及び第3のモールド用段間部分 26 の横断面形状に対応するパターンをそれぞれもつマスクパターン M_1 , M_2 , M_3 を使って、フォトレジスト層 21 に対して上面側から異なる露光量で露光操作を行う。ここで、マスクパターン M_1 , M_2 , M_3 を使った露光操作をそれぞれ O_1 , O_2 , O_3 と定義し、露光操作 O_1 , O_2 , O_3 における露光時間をそれぞれ T_1 , T_2 , T_3 と定義する。露光操作 O_1 , O_2 , O_3 の順番は任意である。また、露光量 = 光の強度 × 露光時間であり、この実施態様では、露光操作 O_1 , O_2 , O_3 における光の強さは一定であるので、露光時間 T_1 , T_2 , T_3 の相違は露光量の相違を意味する。フォトレジスト層 21 はポジ型であるので、 $T_1 < T_2 < T_3$ である。フォトレジスト層 21 の上面において、フォトレジスト層 21 の上面において、第3のモールド用段間部分 26 の直上の部位は、露光操作 O_1 , O_2 , O_3 における計3回の露光を受け、また、第2のモールド用段間部分 25 の直上の部位は、露光操作 O_1 , O_2 における計2回の露光を受け、また、第1のモールド用段間部分 24 の直上の部位は、露光操作 O_1 における露光を受ける。この後、フォトレジスト層 21 は現像され、モールド用段型凹所 23 がフォトレジスト層 21 に形成される。このように、フォトレジスト層 21 の上面において、重複部分を含みつつ、異なる露光量の露光操作を行って、モールド用段型凹所 23 を形成することができる。また、フォトレジスト層 21 へのモールド用段型凹所 23 の形成において、モールド用段型凹所 23 の各段面に相当する高さにおけるフォトレジスト層 21 の部分にインターミックス防止層を介在させることを省略できる。

【0018】図4～図9はマイクロアクチュエータの段型金属体を製造する工程に対応して製造される各中間品の構造を示している。マイクロアクチュエータとして、

例えばハードディスクドライブのサスペンション先端部の磁気ヘッド装置に装備されて、磁気ヘッドをハードディスクの放射方向へトラックに追従させるものがある。例えば、コンデンサを構成する固定電極と可動電極とを設け、複数個の可動電極は、1個の中心の固定電極の周囲に配備され、コンデンサ電圧の調整により可動電極が中心電極に対して周方向へ相対変位するマイクロアクチュエータがあるものとして、図9の柱状金属体 34 及び段型金属体 48 は、例えば、該マイクロアクチュエータにおいて、可動電極を構成しており、柱状金属体 34 は、該可動電極の櫛歯部分、段型金属体 48 は、該櫛歯部分を覆うトップカバーを、それぞれ担うものとして、作られている。図4の工程を説明する前に、図示を省略した、図4の工程より前の工程を概略、説明する。基板層 30 の上に、下側シード層 31 及び PMMA (ポリメチルメタアクリレート) 32 が下から順番に形成される。次に、柱状金属体 34 の横断面形状に対応するパターンをもつマスクパターンを使用するリソグラフィを行って、PMMA 32 に柱状空間 33 を形成する。柱状空間 33 は、PMMA 32 を厚さ方向へ貫通して、その下端は下側シード層 31 へ達している。次に、ここまでの中間品を電解液に浸漬して、下側シード層 31 に陰極電圧を印加し、電気めっきにより柱状空間 33 内に柱状金属体 34 を形成する。該柱状金属体 34 の材料は例えばニッケルである。次に、PMMA 32 及び柱状金属体 34 の上面にフォトレジスト層 37 を形成する。なお、フォトレジスト層 37 はポジ型である。

【0019】図4において、モールド用段型凹所 38 は、上下方向へ連なりそれぞれ上側及び下側に配置される上側モールド用段間部分 39 及び下側モールド用段間部分 40 を有している。モールド用段型凹所 38 の上面視では、下側モールド用段間部分 40 は、上側モールド用段間部分 39 の外側へ部分的にもはみ出すことなく、上側モールド用段間部分 39 の内側に完全に収められている。PMMA 32 の上面へのフォトレジスト層 37 の形成後、上側モールド用段間部分 39 の横断面形状に対応するパターンをもつマスクパターンを使った、かつ露光量を、フォトレジスト層 37 の上面から上側モールド用段間部分 39 の下面までの寸法に対応する値にした、露光操作 O_5 と、下側モールド用段間部分 40 の横断面形状に対応するパターンをもつマスクパターンを使った、かつ露光量を、フォトレジスト層 37 の上面から下側モールド用段間部分 40 の下面までの寸法に対応する値にした、露光操作 O_6 とを実施する。 O_5 , O_6 の順番は任意である。その後、その時点までの工程を終了した中間品を現像し、上側モールド用段間部分 39 の形成されたフォトレジスト層 21 を備える中間品を得る。該中間品では、下側モールド用段間部分 40 の下端はフォトレジスト層 37 の下面に開口し、柱状金属体 34 の上面は下側モールド用段間部分 40 へ露出している。該中

間品の構造が図4に示される。

【0020】その後、フォトレジスト層37の上面側へ露出しているフォトレジスト層37の上面、モールド用段型凹所38の側面、及び柱状金属体34の上面に、蒸着やスパッタリング等により上側シート層43を所定厚さで析出させる。ここまで工程を終了した中間品の構造が図5に示される。

【0021】その後、図5の中間品を所定の電解液内へ浸漬し、下側シード層31に所定の陰極電圧を印加し、例えばニッケルの電気めっきを行う。これにより、めっき層45が、所定の厚さで上側シート層43の上に堆積する。めっき層45の高さは、上側シート層43の高い所では高く、低い所では低くなるので、めっき層45の上面は、凹凸となる。ここまで工程を終了した中間品の構造が図6に示される。

【0022】その後、フォトレジスト層37の上面に高さの揃う平坦面となるように、中間品をCMP (Chemical Mechanical Polishing) を該中間品に対して施す。ここまで工程を終了した中間品の構造が図7に示される。

【0023】その後、上側段間金属部分49の上面に金めっきを行い、金めっき層53を上側段間金属部分49の上面に形成する。ここまで工程を終了した中間品の構造が図8に示される。

【0024】その後、該中間品を有機溶剤に浸漬する。これにより、下側シード層31より上側では、柱状金属体34、上側シート層43の内の段型金属体48を被覆している部分、段型金属体48、及び金めっき層53のみが残り、PMMA32及びフォトレジスト層37は除去される。ここまで状態が図8に示される。

【0025】図4の中間品から図6の中間品を得るために、図5の中間品を作る工程、すなわち、上側シート層43を析出する工程を設けたが、モールド用段型凹所38の上側モールド用段間部分39及び下側モールド用段間部分40の径の差が小さいときには、また、下側モールド用段間部分40が1個の上側モールド用段間部分39に対して複数個、ある場合に、複数個の下側モールド用段間部分40の横断面の合計面積と1個の上側モールド用段間部分39の横断面の面積との差が小さいときは、図5の中間品を製造することなく、柱状金属体34の上面をめっきのシードとして使うことにより、図4の中間品から図6の中間品を直接得ることができる。

【0026】図10はネガ型のレジストに本発明を適用する場合の説明図である。図10(a)では、フォトレジスト層61は、基板層60の上に塗布されてから、ベーリング処理される。図10(a)の製品におけるフォトレジスト層61の厚さはd5とする。図10(a)の製品に対して、露光操作O5、O6を施し、その後、現像し、こうして得た製品の構造が図10の(b)及び(c)に示される。露光操作O5、O6における露光時

間をT5、T6とすると、T5は、フォトレジスト層61を残存フォトレジスト62の上面の対応部位において露光したときに、フォトレジスト層61の元の厚さd5をもつ残存フォトレジスト62がそのまま残る露光時間に設定され、T6は、フォトレジスト層61を残存フォトレジスト63の上面の対応部位において露光したときに、基板層60からの高さd6 (d6 < d5) の残存フォトレジスト63が残る露光時間に設定されている。すなわち、フォトレジスト層61をアンダー露光量で露光させると、フォトレジスト層61の上面の該露光部位の溶解度が、該露光量に応じて低下して、現像後に膜残りが生じる。したがって、アンダー露光量が小さい程、d6が減少する。図10(d)の製品は、図10(a)の製品について、フォトレジスト層61に対して、露光操作O5、O6を行い、次に、現像して、製造したものである。なお、露光操作O5、O6において使用するマスクパターンのパターンは、それぞれ上側段間フォトレジスト部分66及び下側段間フォトレジスト部分67横断面の形状に対応したものであり、相互に異なったものである。こうして、フォトレジスト層61の残存部分の構造では、上下に上側段間フォトレジスト部分66及び下側段間フォトレジスト部分67をもつ段型フォトレジスト65が得られ、上面視では、上側段間フォトレジスト部分66は、下側段間フォトレジスト部分67の内側に収まっている。また、フォトレジスト層61の除去部分の構造の観点で、構造を述べれば、段型フォトレジスト65に対応したモールド用段型凹所70が得られる。モールド用段型凹所70は、上側段間フォトレジスト部分66及び下側段間フォトレジスト部分67にそれぞれ対応した上側モールド用段間部分72及び下側モールド用段間部分73を上下の配置で備えている。

【図面の簡単な説明】

【図1】所定材料のポジ型フォトレジスト層を所定の光強度で露光した場合に該フォトレジスト層についての露光時間と露光、現像後に表面から除去されるレジスト膜の厚さとの関係を示すグラフである。

【図2】露光時間を図1の各P1、P2、P3、P4に対応させたリソグラフィにより形成される凹所を示す図である。

【図3】露光量の異なる複数回の露光操作によりモールド用段型凹所が形成されたフォトレジスト層の構造図である。

【図4】マイクロアクチュエータの段型金属体を製造する工程過程において所定工程終了時の中間品の構造図である。

【図5】マイクロアクチュエータの段型金属体を製造する工程過程において図4の中間品に所定工程を施して得られる中間品の構造図である。

【図6】マイクロアクチュエータの段型金属体を製造する工程過程において図5の中間品に所定工程を施して得

9

られる中間品の構造図である。

【図7】マイクロアクチュエータの段型金属体を製造する工程過程において図6の中間品に所定工程を施して得られる中間品の構造図である。

【図8】マイクロアクチュエータの段型金属体を製造する工程過程において図7の中間品に所定工程を施して得られる中間品の構造図である。

【図9】マイクロアクチュエータの段型金属体を製造する工程過程において図8の中間品に所定工程を施して得られる中間品の構造図である。

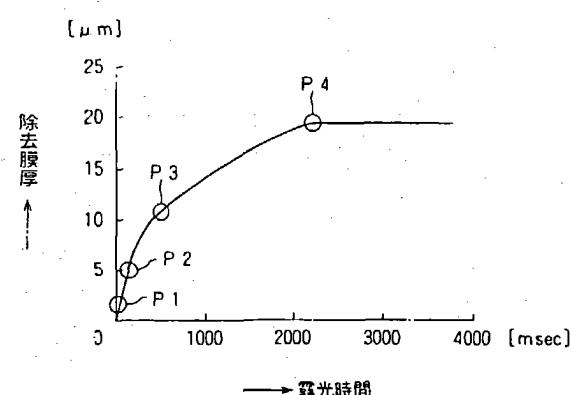
【図10】ネガ型のレジストに本発明を適用する場合の説明図である。

【符号の説明】

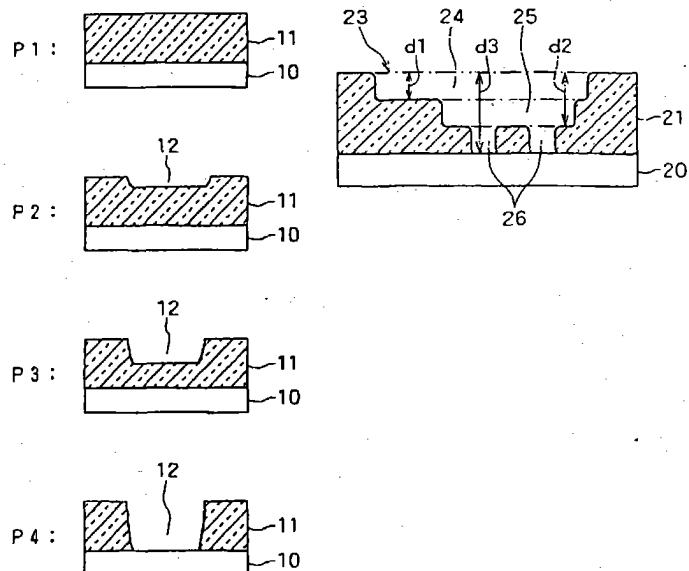
10

2 0	基板層
2 1	フォトレジスト層
2 3	モールド用段型凹所
2 4	第1のモールド用段間部分
2 5	第2のモールド用段間部分
2 6	第3のモールド用段間部分
3 8	モールド用段型凹所
3 9	上側モールド用段間部分
4 0	下側モールド用段間部分
10 4 8	段型金属体
4 9	上側段間金属部分
5 0	下側段間金属部分

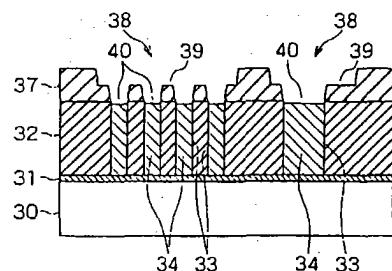
【図1】



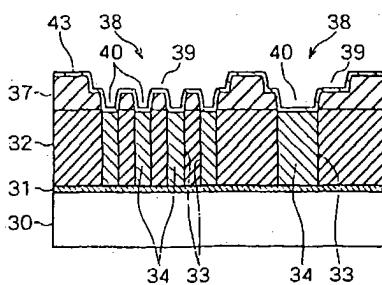
【図2】



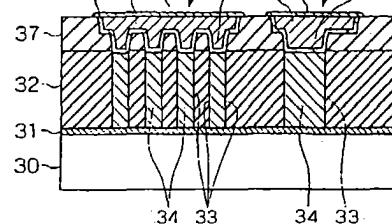
【図4】



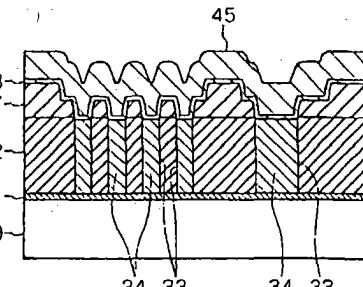
【図5】



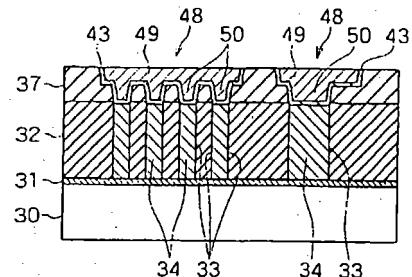
【図8】



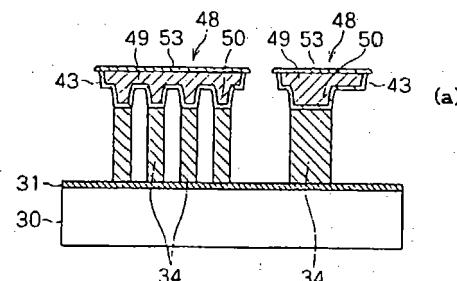
【図6】



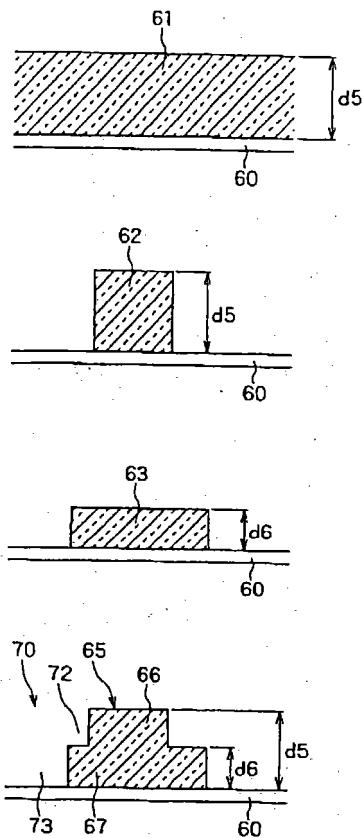
【図7】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 辻村 勉

滋賀県野洲郡野洲町大字市三宅800番地
日本アイ・ビー・エム株式会社 野洲事業
所内

Fターム(参考) 2H097 BB01 GB00 LA15

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-029415
 (43)Date of publication of application : 29.01.2003

(51)Int.CI.

G03F 7/20
B81C 1/00

(21)Application number : 2001-206907

(71)Applicant : INTERNATL BUSINESS MACH CORP
<IBM>

(22)Date of filing : 06.07.2001

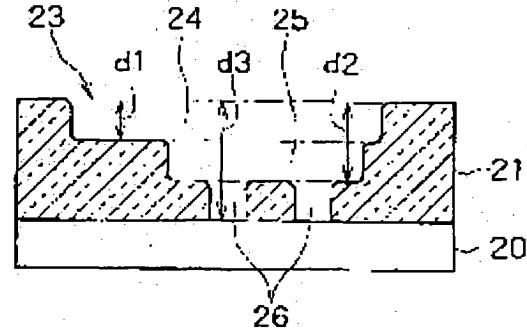
(72)Inventor : TSUJIMURA TSUTOMU

(54) METHOD OF PROCESSING PHOTORESIST AND METHOD OF MANUFACTURING STEP TYPE METALLIC BODY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To omit the intervention of an intermix preventive layer between photoresist layers when the step type metallic body is formed as parts of, for example, a microactuator, by using a semiconductor manufacturing technique.

SOLUTION: The top surfaces of the photoresist layers 21 are subjected to exposure operations which respectively use different mask patterns and are set at different exposure energizes while overlapped exposure areas are included and thereafter the photoresist layers 21 are removed from the surface down to the depth corresponding to the largest exposure energy in the respective exposed areas and are removed from the surface in these areas. Consequently, step type recesses 23 for molding are formed at the photoresist layers 21 and the formation of the step type metallic body is made possible by the step type recesses 23 for molding.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.07.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The photoresist processing method characterized by what it carries out to a photoresist layer, and the aforementioned photoresist layer is developed and a stage type hollow is formed in the aforementioned photoresist layer for after that, the exposure part which overlapped two or more exposure operations made into the light exposure from which each differs, using a different mask pattern being included.

[Claim 2] The aforementioned light exposure is the photoresist processing method according to claim 1 characterized by being a thing related to the product of exposure intensity and the exposure time.

[Claim 3] It is the photoresist processing method according to claim 1 which defines the number of times of the 1st light exposure and the aforementioned exposure operation for the minimum value of light exposure removable to the maximum depth after developing the aforementioned photoresist layer as n (n is two or more integers.), respectively, and is characterized by the light exposure in at least n-1 exposure operation being under the 1st light exposure.

[Claim 4] The stage type metal-body manufacture method characterized by what it carries out to a photoresist layer, and the aforementioned photoresist layer is developed, a stage type hollow is formed in the aforementioned photoresist layer, and a stage type metal body is formed for in the aforementioned stage type hollow by electroplating after that, the exposure part which overlapped two or more exposure operations made into the light exposure from which each differs, using a different mask pattern being included.

[Claim 5] The stage type metal-body manufacture method according to claim 4 characterized by covering the exposed surface of the aforementioned stage type hollow with the seed layer which consists of a predetermined metal in advance of electroplating.

[Claim 6] the aforementioned stage type hollow -- the deepest section -- setting -- the inferior surface of tongue of the aforementioned photoresist layer -- opening -- carrying out -- an electrode function -- public funds -- that to which a group is exposed -- it is -- the aforementioned electroplating -- the aforementioned electrode function -- public funds -- a group -- seed -- carrying out -- the inside of the aforementioned stage type hollow -- plating -- public funds -- the stage type metal-body manufacture method according to claim 4 characterized by what a group is formed for

[Claim 7] The aforementioned light exposure is the stage type metal-body manufacture method according to claim 4 characterized by being a thing related to the product of exposure intensity and the exposure time. The photoresist processing method.

[Claim 8] It is the stage type metal-body manufacture method according to claim 4 which defines the number of times of the 1st light exposure and the aforementioned exposure operation for the minimum value of light exposure removable to the maximum depth after developing the aforementioned photoresist layer as n (n is two or more integers.), respectively, and is characterized by the light exposure in at least n-1 exposure operation being under the 1st light exposure.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the photoresist processing method and the stage type metal-body manufacture method in detail using a semiconductor manufacturing technology about the photoresist processing method and the stage type metal-body manufacture method.

[0002]

[Description of the Prior Art] In this specification, a substrate and anti-substrate side is made into the thing of explanation suitably called the bottom and bottom, respectively for convenience. The micro machine which equips a stage type metal body may be manufactured using a semiconductor manufacturing technology. By the conventional manufacture method of the stage type metal body of a micro machine, corresponding to each interstage metal part of a stage type metal body, the process which made the deck formation of a resist and formation of the space portion for moulds for the interstage portions for correspondence moulds to this resist was carried out, and only the number of the interstage metal part of a stage type metal body has repeated the process of this deck. In this case, in order to prevent the interchange mix with a lower photoresist layer and an upper photoresist layer, the interchange mix prevention layer is made to intervene among both photoresist layers. Existence of an interchange mix prevention layer has the problem referred to as making removal of itself, and removal of the photoresist layer under an interchange mix prevention layer difficult or complicated while tending to become the cause which generates an unusual pattern to a lower photoresist layer with exposure of an upper photoresist layer.

[0003] JP,11-8249,A indicates forming the space of a taper-like cross section in a photoresist layer by performing exposure which changed the depth of focus and light exposure respectively to the same exposure part of a photoresist layer. It is only that the method of JP,11-8249,A adjusts the depth of focus, and carrying out exposure operation in which light exposure differs, using the mask pattern from which a pattern differs is not suggested.

[0004] JP,7-121825,A is exposed [next] with the 1st light exposure to the 1st exposure part by the 1st exposure operation in a photoresist layer. in the 2nd exposure operation Expose the 2nd exposure part which does not overlap the 1st exposure part partially with the 2nd different light exposure from the 1st light exposure, next develop negatives, and the corresponding point of a photoresist layer is removed. It indicates forming the processing side where height differs in the 1st and 2nd exposure parts left to both photoresist layers. It is only indicating adjusting the height of the upper surface after development, and the method of JP,7-121825,A is difficult to apply for formation of a stage type hollow.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention is offering the method of omitting an interchange mix prevention layer and forming a stage type hollow in a photoresist layer. Other purposes of this invention are offering the stage type metal-body manufacture method of having omitted the interchange mix prevention layer.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The photoresist processing method of this invention has the following step.

- Each carries out to a photoresist layer, containing the exposure part which overlapped two or more exposure operations made into light exposure which is different, using a different mask pattern.
- After that, develop a photoresist layer and form a stage type hollow in a photoresist layer.

[0007] A photoresist layer presupposes that you may be whichever of a positive type and a negative mold. In a positive-type photoresist layer, the depth of the removal portion of the photoresist layer [part / exposure / larger / of light exposure] after development increases. On the other hand, in a negative-mold photoresist layer, the height of the residual portion of the photoresist layer [part / exposure / larger / of light exposure] after development increases. The depth of the removal portion in there or the height of a residual portion is decided by the exposure part exposed by exposure operation of multiple times with the maximum light exposure in this part.

[0008] It is arbitrary whether exposure operation is performed from what has small light exposure, or it carries out from a large thing. Exposure operation of multiple times in which light exposure differs can be carried out in arbitrary turn.

[0009] In this way, a stage type hollow can be formed in a photoresist layer by performing exposure operation using a mask pattern which is different light exposure and is different, a duplication exposure part being included to a photoresist layer. And formation of an interchange mix prevention layer is ommissible.

[0010] In this photoresist processing method, light exposure can change light exposure by changing exposure intensity and/or the exposure time with regards to the product of exposure intensity and the exposure time. Moreover, in this photoresist processing method, when the number of times of the 1st light exposure and exposure operation is defined for the minimum value of light exposure removable to the maximum depth after developing a photoresist layer as n (n is two or more integers.), respectively, the light exposure in at least n-1 exposure operation is under the 1st light exposure.

[0011] The stage type metal-body manufacture method of this invention has the following step.

- Each carries out to a photoresist layer, containing the exposure part which overlapped two or more exposure operations made into light exposure which is different, using a different mask pattern.
- After that, develop a photoresist layer and form a stage type hollow in a photoresist layer.
- Form a stage type metal body in a stage type hollow by electroplating.

[0012] According to this stage type metal-body manufacture method, in advance of (a) electroplating, may cover the exposed surface of a stage type hollow with the seed layer which consists of a predetermined metal, and or (b) stage type hollow -- the deepest section -- setting -- the inferior surface of tongue of a photoresist layer -- opening -- carrying out -- an electrode function -- public funds -- that to which a group is exposed -- it is -- electroplating -- an electrode function -- public funds -- a group -- seed -- carrying out -- the inside of a stage type hollow -- plating -- public funds -- a group is formed

[0013] In this stage type metal-body manufacture method, light exposure can change light exposure by changing exposure intensity and/or the exposure time with regards to the product of exposure intensity and the exposure time. Moreover, in this photoresist processing method, when the number of times of the 1st light exposure and exposure operation is defined for the minimum value of light exposure removable to the maximum depth after developing a photoresist layer as n (n is two or more integers.), respectively, the light exposure in at least n-1 exposure operation is under the 1st light exposure.

[0014]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the gestalt of implementation of invention is explained with reference to a drawing. Drawing 1 is a graph which shows the relation between the exposure time about this photoresist layer, and the thickness of the resist film removed from a front face after exposure and development, when the positive-type photoresist layer of predetermined material is exposed by optical predetermined intensity. Light exposure = it is the luminous-intensity x exposure time, and in the case of drawing 1, since optical intensity is fixed, light exposure is proportional to the exposure time. Although removal thickness is taken to increase of the exposure time and increases at first, if it reaches a

predetermined value, it will serve as a flat in spite of increase of the exposure time henceforth, so that the ultimate lines of drawing 1 may show. In the ultimate lines of drawing 1, the point that change of removal thickness changes from an increase field to a flat field will be called "end point." While setting the original thickness in front of the lithography of a photoresist layer 11 as the residual thickness in an end point, by the conventional space formation method for moulds of the perpendicular side to a photoresist layer 11, i.e., the space formation method for moulds without the stage, exposure operation was performed by the exposure time of 5 premiums of the exposure time in an end point. if removal thickness H of an end point is set to Hmax -- P1, P2, P3, and P4 on the ultimate lines of drawing 1 -- every -- it is chosen as a point that the removal thickness H1, H2, H3, and H4 in P1, and P2, P3 and P4 serves as about 0 Hmax/4, Hmax/2, and Hmax, respectively

[0015] drawing 2 -- the exposure time -- every of drawing 1 -- the hollow 12 formed by the lithography made to correspond to P1, and P2, P3 and P4 is shown A photoresist layer 11 is formed by the upper surface of the substrate layer 10. Light is irradiated to the predetermined part of the upper surface of a photoresist layer 11 by the predetermined mask pattern by the exposure time in P1, P2, P3, and P4. Then, development forms the hollow 12 of the depth corresponding to the exposure time in P1, P2, P3, and P4 in each photoresist layer 11. Since the exposure time is long in order of P1, P2, P3, and P4, the depth of a hollow 12 increases in order of P1, P2, P3, and P4, the depth of the hollow 12 in P1's is 0, and the depth of the hollow 12 in P4 becomes equal to the thickness of a photoresist layer 11.

[0016] Drawing 3 is structural drawing of a photoresist layer 21 with which the stage type hollow 23 for moulds was formed of exposure operation of multiple times in which light exposure differs. A substrate layer 20 and photoresist layer 21 side is defined as the bottom and the bottom, respectively, and the following explanation is given. Moreover, a photoresist layer 21 is a positive type. The stage type hollow 23 for moulds serves as a configuration with which the 1st interstage portion 24 for moulds, the 2nd interstage portion 25 for moulds, and the 3rd interstage portion 26 for moulds are connected in the vertical direction in an order from the top. The vertical direction size from the upper surface of a photoresist layer 21 to each soffit of the 1st interstage portion 24 for moulds, the 2nd interstage portion 25 for moulds, and the 3rd interstage portion 26 for moulds is set as d1, d2, and d3 ($d1 < d2 < d3$), respectively. In the stage type hollow 23 for moulds, the lower interstage portion for moulds is the size relation referred to as being contained inside the upper interstage portion for moulds by the *****. Although one piece each and the 3rd two interstage portions 26 for moulds are formed in this stage type hollow 23 for moulds, the 1st interstage portion 24 for moulds, and the 2nd interstage portion 25 for moulds As long as it is the size relation referred to as that the lower interstage portion for moulds is contained inside the upper interstage portion for moulds by ***** , the number of the interstage portion for moulds of the bottom which makes a upper limit face the interstage portion for moulds of an one-piece top may not be limited to one piece, but may be plurality.

[0017] The formation method of the stage type hollow 23 for moulds in a photoresist layer 21 is described. A photoresist layer 21 is applied to the upper surface of the substrate layer 20, next is baked. Then, each performs exposure operation using the mask patterns M1, M2, and M3 which have a pattern corresponding to the cross-section configuration of the interstage portion 24 for moulds of it that 1st, the 2nd interstage portion 25 for moulds, and the 3rd interstage portion 26 for moulds, respectively with light exposure which is different from an upper surface side to a photoresist layer 21. The exposure operation using mask patterns M1, M2, and M3 is defined as O1, O2, and O3 here, respectively, and the exposure time in the exposure operations O1, O2, and O3 is defined as T1, T2, and T3, respectively. The turn of the exposure operations O1, O2, and O3 is arbitrary. Moreover, it is the light exposure = luminous-intensity x exposure time, and in this embodiment, since the intensity of light in the exposure operations O1, O2, and O3 is fixed, the difference of the exposure times T1, T2, and T3 means a difference of light exposure. Since a photoresist layer 21 is a positive type, it is $T1 < T2 < T3$. On the upper surface of a photoresist layer 21, it sets on the upper surface of a photoresist layer 21. the part of the right above of the 3rd interstage portion 26 for moulds A total of three exposure in the exposure operations O1, O2, and O3 is received, the part of the right above of the 2nd interstage portion 25 for moulds receives a total of two exposure in the exposure operations O1 and O2, and the part of the right

above of the 1st interstage portion 24 for moulds receives the exposure in the exposure operation O1. Then, a photoresist layer 21 is developed and the stage type hollow 23 for moulds is formed in a photoresist layer 21. Thus, on the upper surface of a photoresist layer 21, a duplication portion being included, exposure operation of different light exposure can be performed and the stage type hollow 23 for moulds can be formed. Moreover, in formation of the stage type hollow 23 for moulds to a photoresist layer 21, it is ommissible to make an interchange mix prevention layer placed between the portions of the photoresist layer 21 in the height equivalent to each **** of the stage type hollow 23 for moulds.

[0018] Drawing 4 - drawing 9 show the structure of each middle article manufactured corresponding to the process which manufactures the stage type metal body of a micro-actuator. As a micro-actuator, the magnetic-head equipment of the suspension point of a hard disk drive is equipped, and there is a thing which makes the magnetic head follow a truck in the radiation direction of a hard disk. The fixed electrode and movable electrode which constitute a capacitor are prepared. for example, two or more movable electrodes As a thing with the micro-actuator it is arranged around the fixed electrode of one center, and a movable electrode carries out [a micro-actuator] a relative displacement to a hoop direction to a center electrode by adjustment of capacitor voltage The pillar-shaped metal body 34 and the stage type metal body 48 of drawing 9 constitute the movable electrode for example, in this micro-actuator, and the ctenidium portion of this movable electrode and the stage type metal body 48 are made as that to which the pillar-shaped metal body 34 bears wrap top covering for this ctenidium portion, respectively. the process before the process of drawing 4 of having omitted illustration before explaining the process of drawing 4 -- an outline -- it explains On the substrate layer 30, the bottom seed layer 31 and PMMA (polymethylmethacrylate)32 are formed at lower shell turn. Next, lithography which uses a mask pattern with the pattern corresponding to the cross-section configuration of the pillar-shaped metal body 34 is performed, and the pillar-shaped space 33 is formed in PMMA32. The pillar-shaped space 33 penetrated PMMA32 in the thickness direction, and the soffit has attained it to the bottom seed layer 31. Next, the middle article so far is immersed in the electrolytic solution, cathode voltage is impressed to the bottom seed layer 31, and the pillar-shaped metal body 34 is formed in the pillar-shaped space 33 by electroplating. The material of this pillar-shaped metal body 34 is nickel. Next, a photoresist layer 37 is formed in the upper surface of PMMA32 and the pillar-shaped metal body 34. In addition, a photoresist layer 37 is a positive type.

[0019] In drawing 4 , the stage type hollow 38 for moulds has the interstage portion 39 for top moulds and the interstage portion 40 for bottom moulds which stand in a row in the vertical direction, and are arranged at a top and the bottom, respectively. In ***** of the stage type hollow 38 for moulds, the interstage portion 40 for bottom moulds is completely stored inside the interstage portion 39 for top moulds, without overflowing into the outside of the interstage portion 39 for top moulds also partially. After forming [of a photoresist layer 37] in the upper surface of PMMA32, used the mask pattern with the pattern corresponding to the cross-section configuration of the interstage portion 39 for top moulds. And the exposure operation O5 which made light exposure the value corresponding to the size from the upper surface of a photoresist layer 37 to the inferior surface of tongue of the interstage portion 39 for top moulds, Exposure operation O6 which used the mask pattern with the pattern corresponding to the cross-section configuration of the interstage portion 40 for bottom moulds, and made light exposure the value corresponding to the size from the upper surface of a photoresist layer 37 to the inferior surface of tongue of the interstage portion 40 for bottom moulds is carried out. The turn of O5 and O6 is arbitrary. Then, the middle article which ended the process of the time is developed, and a middle article equipped with the photoresist layer 21 in which the interstage portion 39 for top moulds was formed is obtained. In this middle article, opening of the soffit of the interstage portion 40 for bottom moulds was carried out to the inferior surface of tongue of a photoresist layer 37, and the upper surface of the pillar-shaped metal body 34 is exposed to the interstage portion 40 for bottom moulds. The structure of this middle article is shown in drawing 4 .

[0020] Then, the top sheet layer 43 is deposited by predetermined thickness by vacuum evaporation, sputtering, etc. on the upper surface of the photoresist layer 37 exposed to the upper surface side of a

photoresist layer 37, the side of the stage type hollow 38 for moulds, and the upper surface of the pillar-shaped metal body 34. The structure of the middle article which ended the process so far is shown in drawing 5 .

[0021] Then, the middle article of drawing 5 is immersed into the predetermined electrolytic solution, and predetermined cathode voltage is impressed to the bottom seed layer 31, for example, electroplating of nickel is performed. Thereby, the plating layer 45 deposits on the top sheet layer 43 by predetermined thickness. Since the height of the plating layer 45 is high in the high place of the top sheet layer 43 and becomes low in a low place, the upper surface of the plating layer 45 serves as irregularity. The structure of the middle article which ended the process so far is shown in drawing 6 .

[0022] Then, CMP (Chemical Mechanical Polish) is given for a middle article to this middle article so that it may become the flat side where height is equal to the upper surface of a photoresist layer 37. The structure of the middle article which ended the process so far is shown in drawing 7 .

[0023] Then, it plates with gold on the upper surface of the top interstage metal part 49, and the gilding layer 53 is formed in the upper surface of the top interstage metal part 49. The structure of the middle article which ended the process so far is shown in drawing 8 .

[0024] Then, this middle article is immersed in the organic solvent. Thereby, above the bottom seed layer 31, only the portion which has covered the pillar-shaped metal body 34 and the stage type metal body 48 of the top sheet layers 43, the stage type metal body 48, and the gilding layer 53 remain, and PMMA32 and a photoresist layer 37 are removed. The state so far is shown in drawing 8 .

[0025] Although the process which makes the middle article of drawing 5 , i.e., the process which deposits the top sheet layer 43, was established in order to obtain the middle article of drawing 6 from the middle article of drawing 4 When the difference of the path of the interstage portion 39 for top moulds of the stage type hollow 38 for moulds and the interstage portion 40 for bottom moulds is small The interstage portion 40 for bottom moulds receives one interstage portion 39 for top moulds. moreover, two or more In a certain case, when the difference of the sum total area of the cross section of two or more interstage portions 40 for bottom moulds and the area of the cross section of one interstage portion 39 for top moulds is small The middle article of drawing 6 can be directly obtained from the middle article of drawing 4 by using the upper surface of the pillar-shaped metal body 34 as seed of plating, without manufacturing the middle article of drawing 5 .

[0026] Drawing 10 is explanatory drawing in the case of applying this invention to the resist of a negative mold. In drawing 10 (a), after being applied on the substrate layer 60, baking processing of the photoresist layer 61 is carried out. Thickness of the photoresist layer 61 in the product of drawing 10 (a) is set to d5. the product of drawing 10 (a) -- receiving -- the exposure operation O -- 5 and 06 are given, after that, negatives are developed and the structure of the product obtained in this way is shown in (b) of drawing 10 , and (c) When the exposure operation 05 and the exposure time in O6 are set to T5 and T6, T5 When a photoresist layer 61 is exposed in the corresponding-point grade of the upper surface of the residual photoresist 62 It is set as the exposure time in which the residual photoresist 62 with the original thickness d5 of a photoresist layer 61 remains as it is. T6 When a photoresist layer 61 is exposed in the corresponding-point grade of the upper surface of the residual photoresist 63, it is set as the exposure time in which the residual photoresist 63 of the height d6 (d6< d5) from the substrate layer 60 remains. That is, if a photoresist layer 61 is made to expose with undershirt light exposure, the solubility of this exposure part of the upper surface of a photoresist layer 61 will fall according to this light exposure, and the film remainder will arise after development. Therefore, d6 decreases, so that undershirt light exposure is small. About the product of drawing 10 (a), to a photoresist layer 61, the product of drawing 10 (d) performs exposure operations O5 and O6, next develops them, and is manufactured. In addition, the pattern of the mask pattern used in the exposure operations O5 and O6 corresponds to the configuration of the top interstage photoresist portion 66 and bottom interstage photoresist partial 67 cross section, respectively, and differ mutually. In this way, with the structure of the residual portion of a photoresist layer 61, the stage type photoresist 65 which has the top interstage photoresist portion 66 and the bottom interstage photoresist portion 67 up and down was obtained, and the top interstage photoresist portion 66 is settled inside the bottom interstage photoresist portion 67 in

*****. Moreover, in the viewpoint of the structure of the removal portion of a photoresist layer 61, if structure is described, the stage type hollow 70 for moulds corresponding to the stage type photoresist 65 will be obtained. The stage type hollow 70 for moulds is equipped with the interstage portion 72 for top moulds and the interstage portion 73 for bottom moulds corresponding to the top interstage photoresist portion 66 and the bottom interstage photoresist portion 67 by up-and-down arrangement, respectively.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

PRIOR ART

[Description of the Prior Art] In this specification, a substrate and anti-substrate side is made into the thing of explanation suitably called the bottom and bottom, respectively for convenience. The micro machine which equips a stage type metal body may be manufactured using a semiconductor manufacturing technology. By the conventional manufacture method of the stage type metal body of a micro machine, corresponding to each interstage metal part of a stage type metal body, the process which made the deck formation of a resist and formation of the space portion for moulds for the interstage portions for correspondence moulds to this resist was carried out, and only the number of the interstage metal part of a stage type metal body has repeated the process of this deck. In this case, in order to prevent the interchange mix with a lower photoresist layer and an upper photoresist layer, the interchange mix prevention layer is made to intervene among both photoresist layers. Existence of an interchange mix prevention layer has the problem referred to as making removal of itself, and removal of the photoresist layer under an interchange mix prevention layer difficult or complicated while tending to become the cause which generates an unusual pattern to a lower photoresist layer with exposure of an upper photoresist layer.

[0003] JP,11-8249,A indicates forming the space of a taper-like cross section in a photoresist layer by performing exposure which changed the depth of focus and light exposure respectively to the same exposure part of a photoresist layer. It is only that the method of JP,11-8249,A adjusts the depth of focus, and carrying out exposure operation in which light exposure differs, using the mask pattern from which a pattern differs is not suggested.

[0004] In a photoresist layer, it exposes with the 1st light exposure to the 1st exposure part by the 1st exposure operation, next JP,7-121825,A is by the 2nd exposure operation. It indicates exposing the 2nd exposure part which does not overlap the 1st exposure part partially with the 2nd different light exposure from the 1st light exposure, next developing negatives, removing the corresponding point of a photoresist layer, and forming the processing side where height differs in the 1st and 2nd exposure parts left to both photoresist layers. It is only indicating adjusting the height of the upper surface after development, and the method of JP,7-121825,A is difficult to apply for formation of a stage type hollow.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] When the positive-type photoresist layer of predetermined material is exposed by optical predetermined intensity, it is the graph which shows the relation between the exposure time about this photoresist layer, and the thickness of the resist film removed from a front face after exposure and development.

[Drawing 2] the exposure time -- every of drawing 1 -- it is drawing showing the hollow formed by the lithography made to correspond to P1, and P2, P3 and P4

[Drawing 3] It is structural drawing of a photoresist layer with which the stage type hollow for moulds was formed of exposure operation of multiple times in which light exposure differs.

[Drawing 4] In process process in which the stage type metal body of a micro-actuator is manufactured, it is structural drawing of the middle article at the time of a predetermined process end.

[Drawing 5] It is structural drawing of the middle article obtained by giving a predetermined process to the middle article of drawing 4 in process process in which the stage type metal body of a micro-actuator is manufactured.

[Drawing 6] It is structural drawing of the middle article obtained by giving a predetermined process to the middle article of drawing 5 in process process in which the stage type metal body of a micro-actuator is manufactured.

[Drawing 7] It is structural drawing of the middle article obtained by giving a predetermined process to the middle article of drawing 6 in process process in which the stage type metal body of a micro-actuator is manufactured.

[Drawing 8] It is structural drawing of the middle article obtained by giving a predetermined process to the middle article of drawing 7 in process process in which the stage type metal body of a micro-actuator is manufactured.

[Drawing 9] It is structural drawing of the middle article obtained by giving a predetermined process to the middle article of drawing 8 in process process in which the stage type metal body of a micro-actuator is manufactured.

[Drawing 10] It is explanatory drawing in the case of applying this invention to the resist of a negative mold.

[Description of Notations]

20 Substrate Layer

21 Photoresist Layer

23 Stage Type Hollow for Moulds

24 1st Interstage Portion for Moulds

25 2nd Interstage Portion for Moulds

26 3rd Interstage Portion for Moulds

38 Stage Type Hollow for Moulds

39 Interstage Portion for Top Moulds

40 Interstage Portion for Bottom Moulds

48 Stage Type Metal Body
49 Top Interstage Metal Part
50 Bottom Interstage Metal Part

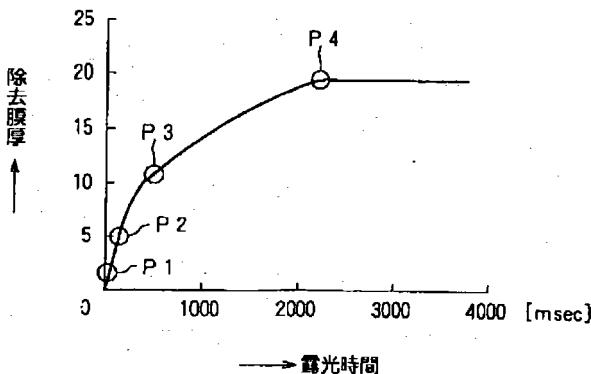
[Translation done.]

* NOTICES *

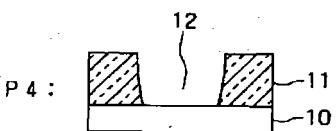
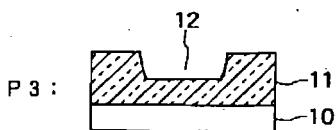
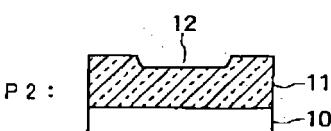
Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

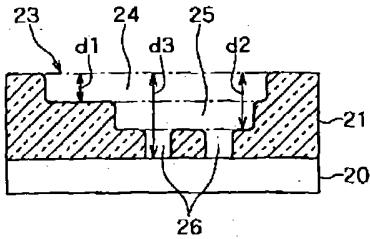
DRAWINGS

[Drawing 1]
[μm]

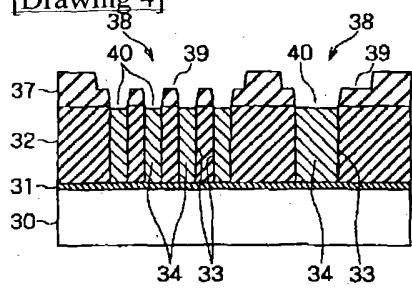
[Drawing 2]



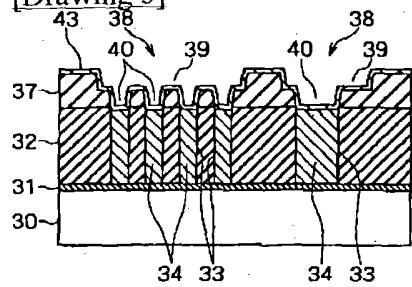
[Drawing 3]



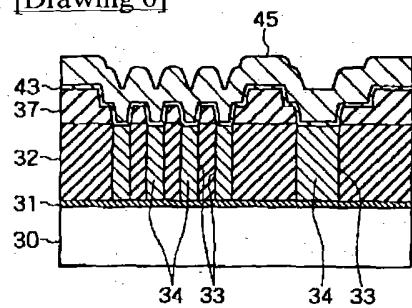
[Drawing 4]



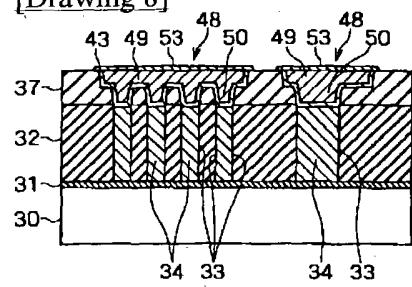
[Drawing 5]



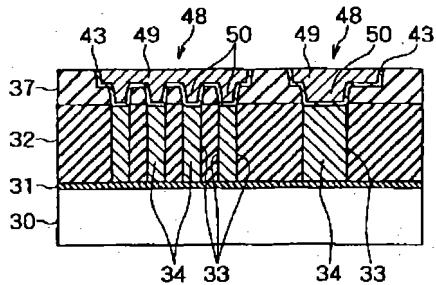
[Drawing 6]



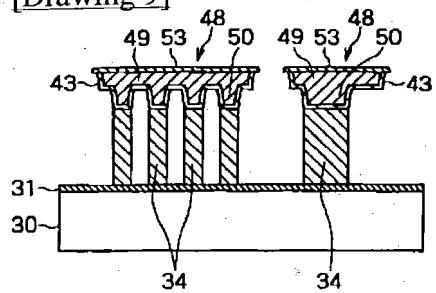
[Drawing 8]



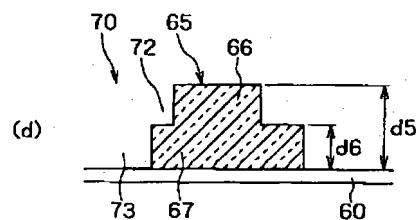
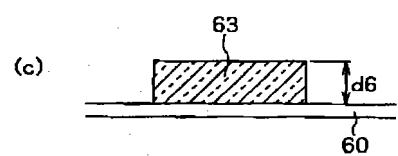
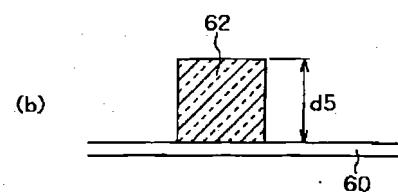
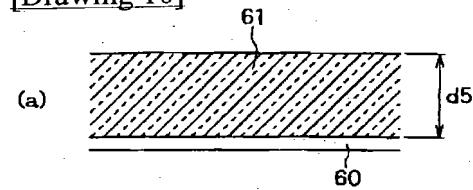
[Drawing 7]



[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Translation done.]